

# 工業科における やさしい制御教材を用いた指導法の一考察

後藤 博史

## 1. はじめに

現行の学習指導要領第3章第2節第1款に工業の目標は、「工業の各分野に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、現代社会における工業の意義や役割を理解させるとともに、環境及びエネルギーに配慮しつつ、工業技術の諸問題を主体的、合理的に、かつ倫理観をもって解決し、工業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる。」とある。また、第3款各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱いの1の(2)では、「工業に関する各学科においては、原則として工業に関する科目に配当する総授業時数の10分の5以上を実験・実習に配当すること。」とある。工業科では、技術・技能を身に付けるため座学の授業とともに実験・実習の授業がより重要となる。その中ではグループ学習の機会が多く、単元全体の様々な学習活動の場面において、生徒の主体的・対話的にかつ協働的な学びが促進されているものと考ええる。

実験・実習に関わる科目としては、入学年次に配当される工業技術基礎、それにつながる2年次以降の各科の実習があげられる。現行の学習指導要領における工業技術基礎の目標は、

「工業に関する基礎的技術を実験・実習によって体験させ、各専門分野における技術への興味・関心を高め、工業の意義や役割を理解させるとともに、工業に関する広い視野と倫理観をもって工業の発展を図る意欲的な態度を育て

る。」とあり、また、実習の目標は、

「工業の各専門分野に関する技術を実際の作業を通して総合的に習得させ、技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てる。」とある。

すなわち、工業に関する基礎的技術を実験・実習によって体験させるとともに、実際に作業を通して総合的に技術を習得させ、技術革新に主体的に対応できる能力と態度を育てることが重要となっている。

## 2. 研究のねらい

機械科の生徒に比較的理解が難しいとされる電気の知識、制御の技術、プログラミング技術をいかにわかりやすく、しかも、生徒の学習意欲を引き出し、主体的・対話的にかつ協働的に学習に取り組む態度を育成できるかを考えたとき、実験・実習の一項目として制御基礎実習を位置付け、その中で、「手づくりで、音がでる、光る、ものが動く」をメインテーマに据え、メカニック部分の製作、電子回路の製作、制御プログラムの製作の一連の学習活動を取り入れることが必要と考える。今回は、2017年度 本論集41号で筆者が事例で発表した教材を活用して、機械科の生徒にわかりやすく制御の基礎を学べるような授業展開の一例を検討することをねらいとした。

### 3. 制御基礎実習の一展開例

#### (単元設定と本時の授業展開の一例)

(1) 今回、工業 機械科の生徒に「PIC IC」をターゲットとした、やさしい制御教材の製作・実験・実習を取り入れた実技授業展開の一例を考えることとした。

(2) 対象科目：機械実習

対象学年：機械科2年

(3) 単元名：制御基礎実習

「PIC ICを用いたメカ・ドッグの製作」

(4) 製作するメカ・ドッグと制御回路

次に、今回実習の授業で製作するタミヤのメカ・ドッグ(写真1)とPIC IC16F84Aを搭載した制御基盤(写真2)を示す。

#### ア)仕様

- ・本体：メカ・ドッグキット(タミヤ製)
- ・駆動部：DCモータ(マブチ製)、ギアボックス(タミヤ製)
- ・センサ：光電スイッチ(赤外LED&フォトダイオード)→前方障害物検知
- ・マイクロスイッチ→後方障害物検知
- ・CdSセル→停止状態をつくる

#### イ)メカ・ドッグとは

タミヤが制作している歩行型のプラモデルキットである。今回自作の制御基板を装着し、PIC ICに所定のプログラムを書き込むことにより次のような動作をさせる。

① 電源スイッチONでメカ・ドッグは前進する。

② 前方5～7cmの所に障害物があると、赤外LEDとフォトダイオードによる光電スイッチが作動し、後進する。

③ 5秒ほど後進すると再び前進する。

④ 後進中に障害物にぶつかると、メカ・ドッグの後ろに設置したマイクロスイッチがONになり、前進に変わる。

⑤ 前進・後進ともに、CdSセルの表面を暗くすると5秒間スリープ状態になり、メカ・ドッグは停止する。

⑥ 5秒間たつと、いままで通り前進あるいは後進を続ける。

#### ウ)今回製作するメカ・ドッグの制御回路

図1にメカ・ドッグの制御回路を示す。

この回路は、

- ①電源回路
- ②変調投光回路
- ③受光復調回路
- ④CdSセル回路
- ⑤DCモータ回路

などから構成されている。



写真1 PIC IC16F84Aを搭載したメカ・ドッグ

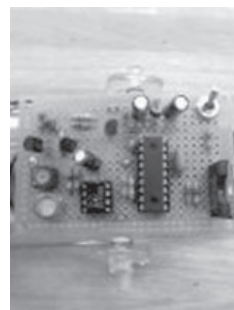


写真2 製作する制御回路基板

- ・半田ごての扱いに注意する

などの注意を授業の中で行いながら、製作を進める。状況によっては指導教員が手本を示しながら指導を進める。

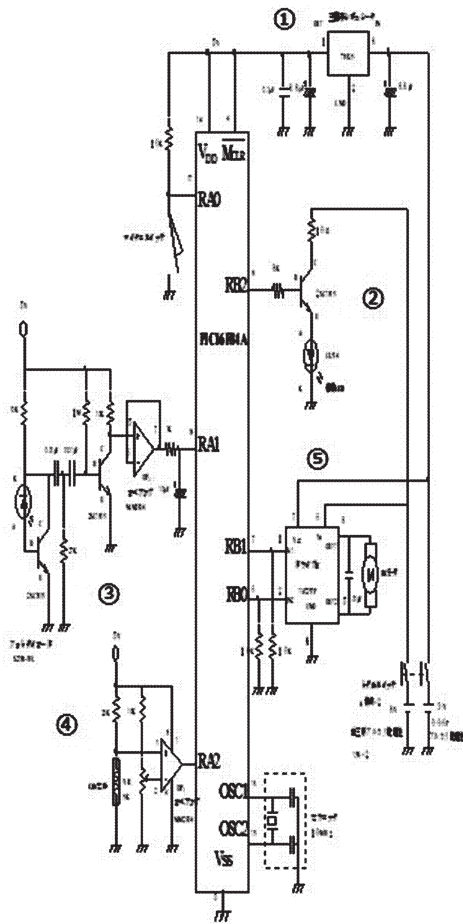


図1 メカ・ドッグの制御回路

## エ) 基板製作

今回は実習時間を考え、ユニバーサル基板を用いて図2の部品配置図および裏面配線図をもとに基板作成を行うこととした。

製作には半田ごてとビニール被覆線やジャンパー線を用いて部品一つ一つを配線していく。作成にあたっては、

- ・背の低い部品から装着する
- ・極性がある部品はよく確認して装着する
- ・ユニバーサル基板のため配線が複雑に交差するため、配線図をしっかりと読みながら製作する
- ・イモはんだにならないように注意する

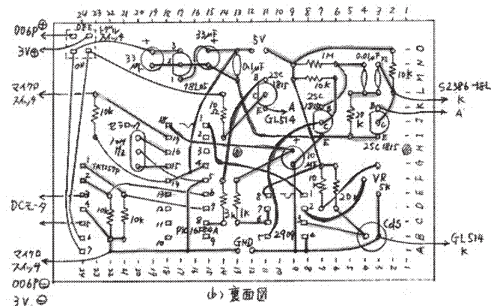
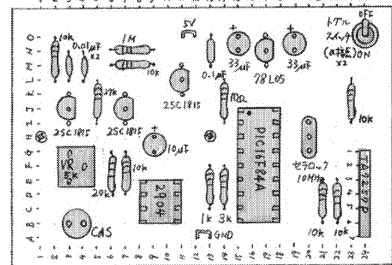


図2 部品配置図および裏面配線図

## (5) 単元のねらい

- ① 機械科の生徒が電気の基礎知識、制御の基礎技術、プログラミング基礎技術をメカニック部分の製作、電子回路の製作、制御プログラムの製作の一連の学習活動をととして理解する。
- ② 基板製作を通じて「PIC IC」の役割や使用方法について理解する。
- ③ 機械実習における実験・実習で、事故の防止に努めながら安全に作業する。また、工具や材料の機能や使用方法をよく理解し、用途に応じた工具や材料の取り扱いを電子回路等の製作を通して理解する。
- ④ 時間のマネジメントを行い、効率よく作業を進められるようにする。

(6) 単元の評価規準

○関心・意欲・態度：

安全に注意し、意欲的に学習活動に取り組んでいる。

○思考・判断・表現：

安全で効率的な作業を思考し、計画的な作業手順を判断し、作業工程表に基づきメカニック部分の製作、電子回路の製作、制御プログラムの製作、表現ができる。

○技能：

作業工程表を基に、安全で適切に作業を進める技能を身に付けるとともに、時間のマネジメントを行い、効率よく作業を進められる。

○知識・理解：

電気の基礎知識、制御の基礎技術、プログラミング基礎技術をメカニック部分の製作、電子回路の製作、制御プログラムの製作の一連の学習活動をとおして理解するとともに、工具や材料の名称と使用方法の知識を身に付け、適切に扱う方法を理解している。

(7) 単元の指導計画

実習1 ショップ 4時間×5週＝20時間

- ① 電気および制御の基礎知識…4時間
- ② メカ・ドッグの製作……………4時間
- ③ 制御回路の製作……………4時間 本時
- ④ プログラミング製作……………4時間
- ⑤ 動作確認とまとめ……………4時間

(8) 本時の目標

5週中の3週 制御回路の製作 4時間を想定

- ① 制御回路の基板製作を通じて「PIC IC」の役割や使用方法について理解する。
- ② 実験・実習で、事故の防止に努めながら安全に作業する。
- ③ 工具や材料の機能や使用方法をよく理解する。
- ④ 用途に応じた工具や材料の取り扱いを電子回路等の製作を通して理解する。

(9) 本時の評価規準

○関心・意欲・態度：

安全に注意し、意欲的に学習活動に取り組んでいる。

○思考・判断・表現：

安全で効率的な作業を思考し、計画的な作業手順を判断し、作業工程表に基づき電子回路の製作、表現ができる。

○技能：

作業工程表を基に、安全で適切に作業を進める技能を身に付けるとともに、時間のマネジメントを行い、効率よく作業を進められる。

○知識・理解

制御の基礎技術を電子回路の製作の学習活動をとおして理解するとともに、工具や材料の名称と使用方法の知識を身に付け、適切に扱う方法を理解している。

(10) 本時の指導過程

次ページに指導案を示す。

導入部を50分とり、「PIC IC」の役割や使用方法について、また、制御回路についてしっかりと学習する計画とした。

## 4. 今後の課題

今回、2年次の実習に制御基礎実習を位置付け、制御の基礎をわかりやすく学べるように開発した教材を活用し、生徒が実際にこの実習の中でメカニック部分の製作、電子回路の製作、制御プログラムの製作の一連の製作活動を行うことにより、工業科、特に、機械科の生徒に比較的理解が難しいとされる電気の知識、制御の技術、プログラミング技術をわかりやすく、しかも、生徒の学習意欲を引き出し、主体的・対話的にかつ協働的に学習に取り組む態度を育成するための指導の手立てとして、授業展開の一

## 本時の指導過程

| 過程           | 学習活動   | 指導上の留意点   | 評価（観点）  |
|--------------|--|---|---|
| 導入<br>(50分)  | ○前時までの学習の確認<br>○「PIC IC」の役割や使用方法について<br>○制御回路について<br>○安全作業について | ○回路図等を用いて説明する。<br>○実習を行う上で安全作業、基板製作時の工具の使用方法について留意する。                     | ○メモを取るなどし、理解しようとする姿勢が見られた。<br>（関心・意欲・態度）  |
| 展開<br>(130分) | ○制御回路の製作<br>回路図をしっかりと見て製作する。                                   | ○回路図をしっかりと見させ製作させる。<br>○机間巡視をとおして質問を受け、安全作業に配慮する。<br>○同じ班員同士で教え合う雰囲気をつくる。 | ○安全で効率的な作業を思考し、計画的な作業手順を判断し、作業工程表に基づき電子回路の製作、表現ができる。<br>（思考・判断・表現）<br>○作業工程表を基に、安全で適切に作業を進める技能を身に付けるとともに、時間のマネジメントを行い、効率よく作業を進められる。<br>（技能） |
| まとめ<br>(20分) | ○片付け<br>○本時の作業内容の振り返り<br>○次回の作業内容について                          | ○安全に配慮する。<br>○本時の製作について考えさせ、考察とまとめをさせる。                                   | 制御の基礎技術を電子回路の製作学習活動をとおして理解するとともに、工具や材料の名称と使用方法の知識を身に付け、適切に扱う方法を理解している。<br>（知識・理解）   |

例（特に、制御回路の学習を電子回路の製作を通して学ぶ授業展開例）を検討した。

今回取り上げた制御回路の製作はユニバーサル基板を活用したためかなり細かい作業となり、安全に作業を進める上でも生徒の集中力を維持することが大切となる。今後はユニバーサル基板を多少時間がかかっても、専用のプリント基板を作成させる工程（エッチングによる基板作成の工程等）を授業の中に取り入れ、製作できるような形に検討することが必要と考えている。

また、ただ回路製作を図面に従って指示通り

作成するだけになってしまわないように、なぜこの回路が必要か、なぜこの線がここに繋がっているのか、などを考えながら製作させるような指導を行うことが必要と考える。

## 5. おわりに

工業科の実習を通して学ぶ内容は、たとえば、機械科であれば、旋盤やフライス盤等の工作機械を活用した加工技術を学ぶ内容や溶接技術、鋳造や鍛造、手仕上げ、そして、コンピュータを付帯した工作機械（MC、CNC）、CAD、

3Dプリンタ、情報技術（コンピュータ）、制御技術（ロボット技術を含む）と非常に幅広く、限られた時間と施設設備、予算で上記のような内容を生徒に教授している。

次期学習指導要領の工業科の改定のポイントを見ると、「もののインターネット化（IoT）など技術の高度化への対応」

「マイクロコンピュータの組み込み技術など情報技術の発展への対応」などが、今後必要であるとされ、2の学習内容の改善・充実では、(1) 技術の高度化への対応 として、「工業生産の自動化システムの構成及び生産のネットワーク化に関する指導項目を位置付けるなど、もののインターネット化（IoT）に関する学習内容を充実。」とあり、また、(4) 情報技術の発展への対応 では、「プログラミング技術」ではアルゴリズムとプログラム技法に関する指導項目に再構成、「ハードウェア技術」ではマイクロコンピュータの組み込み技術の内容を再構成、「ソフトウェア技術」ではソフトウェアの制作に関する指導項目の設定、「コンピュータシステム技術」ではIoTによる情報化を通じた多様な分野をつなぐ動きへと発展するネットワーク技術に関する指導項目を取り入れるなど学習内容を改善。」するとある。これを見る限り、今後の技術革新を見据えて、情報技術や制御技術を取り入れた授業展開の導入が重要となってくる。今後とも生徒が製作して楽しく学べ、達成感を味わえるような教材開発と授業展開例の開発に取り組んでいきたいと考えている。

を用いたやさしい制御教材の開発」抜粋

---

## ＜参考資料＞

- ・現行高等学校学習指導要領第3章第2節第1款、第3款1（2）、次期高等学校学習指導要領解説「工業編」P 9～11 抜粋
- ・2017年度本論集41号「工業科におけるPIC